



## PATENTSCHRIFT 1 136 004

DBP 1 136 004

KL. 21 d<sup>1</sup> 47

INTERNAT. KL. H 02 k

ANMELDETAG: 5. DEZEMBER 1961

BEKANNTMACHUNG  
DER ANMELDUNG  
UND AUSGABE DER  
AUSLEGESCHRIFT:

6. SEPTEMBER 1962

AUSGABE DER  
PATENTSCHRIFT: 23. JUNI 1966STIMMT ÜBEREIN  
MIT AUSLEGESCHRIFT1 136 004 (S 77023 VIII b / 21 d<sup>1</sup>)

## 1

Das Ständerjoch einer Wechselstrommaschine weist konstruktiv unvermeidliche Unregelmäßigkeiten auf, welche magnetische Engpässe des Eisenpfades darstellen. Derartige Engpässe sind beispielsweise Einschnürungen des Jochquerschnittes durch Bolzen- oder Lüftungslöcher oder durch die Segmentierung des Blechpaketes. Am stärksten wirken sich als Unregelmäßigkeiten die Teilfugen des ganzen Ständerblechpaketes aus. Diese Einschnürungen oder gar Unterbrechungen des Jochquerschnittes bedingen Störungen in der Symmetrie der Flußverteilung. Diese Störungen lassen sich auffassen als ein die Welle umfassender Wechselfluß, welcher der normalen Feldverteilung überlagert ist. Dieser Wechselfluß induziert in dem aus Welle, Lager und Fundamentrahmen bestehendem Stromkreis eine Spannung, welche Ströme von mitunter beträchtlicher Größe zur Folge hat. Diese Ströme können zu schweren Beschädigungen der Lager führen. Um der Ausbildung dieser Ströme entgegenzuwirken, hat man bisher versucht, den Stromkreis des Lagerstromes zu unterbrechen, indem man beispielsweise eines oder beide Lager isoliert hat. Diese Isolation läßt sich aber in vielen Fällen, z. B. bei Antrieben von Kurbelkompressoren, nur schwer durchführen.

Um den Lagerstrom einer Wechselstrommaschine zu kompensieren, ist es weiterhin bekannt, besondere Wicklungen auf dem Ständer der Maschine vorzusehen, die eine Spannung induzieren, die der den Lagerstrom erzeugenden Wellenspannung entgegengesetzt ist. Abgesehen davon, daß sich eine derartige zusätzliche Wicklung auf dem Ständer einer fertigen Maschine nachträglich meist nicht unterbringen läßt, erfordert eine solche Wicklung zusätzlichen Wickelraum. Es ist auch eine Anordnung bekannt, bei der die Spannung, die in einer solchen Zusatzwicklung induziert wird, die Primärwicklung eines Einphasentransformators speist, dessen Sekundärstromkreis der Stromkreis des Lagerstromes ist.

Weiterhin ist zur Kompensation der Wellenspannung bereits vorgeschlagen worden, einen die Welle der Wechselstrommaschine umschließenden Einphasentransformator zu verwenden, dessen Sekundärstromkreis der Stromkreis des Lagerstromes ist. Hierbei wird die Primärseite dieses Einphasentransformators mit einer regelbaren Spannung gespeist, die in besonders starkem Maße harmonische Oberwellen, und zwar insbesondere die dritte Oberwelle, der Wechselstrommaschine enthält, da es sich gezeigt hat, daß die Wellenspannung im wesentlichen die Grundfrequenz und die dritte Oberwelle der von der Wechselstrommaschine abgegebenen Spannung

Anordnung zur Verhinderung  
des Lagerstromes einer Wechselstrommaschine  
durch Kompensation der den Lagerstrom  
erzeugenden Wellenspannung

Patentiert für:

Siemens-Schuckertwerke Aktiengesellschaft,  
Berlin und Erlangen

Eberhard Kipke, Berlin-Siemensstadt,  
ist als Erfinder genannt worden

## 2

enthält. Zu diesem Zweck erfolgt die Speisung der Primärseite des verwendeten Einphasentransformators über eine gesättigte Eisendrosselspule.

Gemäß der Erfindung wird die Primärwicklung des Kompensationstransformators in eine Reihe von Einzelspulen mit vorzugsweise unterschiedlichen Windungszahlen unterteilt, deren Abgriffe herausgeführt sind. Diese Einzelspulen werden, einzeln oder zu Spulengruppen kombiniert, von der mit mehreren Anzapfungen versehenen Sekundärwicklung eines gesonderten Speisetransformators mit Spannungen gespeist, deren Gesamtdurchflutung eine der Wellenspannung nach Größe und Phasenlage entgegengerichtete Kompensationsspannung zur Folge hat. Der Speisetransformator liefert die zur Speisung des Kompensationstransformators benötigte Spannung. Durch geeignete Stufung der Anzapfungen an der Sekundärwicklung des Speisetransformators ist es möglich, Spannungen unterschiedlicher Größe abzugreifen, die praktisch jeweils konstant gehalten und hinsichtlich ihrer Phasenlage in gleichen Winkelschritten gedreht werden können. Dadurch, daß die Einzelspulen der Primärwicklung des Kompensationstransformators einzeln oder zu beliebigen Spulengruppen kombiniert gespeist werden können, lassen sich — zumal bei unterschiedlichen Windungszahlen der Einzelspulen — alle praktisch erforderlichen effektiven Windungszahlen in genügend feiner

Stufung ermöglichen, ohne daß der Aufbau des Kompensationstransformators bzw. des Speisetransformators abgeändert werden muß. Der Kompensationstransformator sowie der Speisetransformator, die beide die Kompensationseinrichtung bilden, können also in jeweils gleicher Ausführung in größeren Stückzahlen hergestellt und den jeweiligen Einzelverhältnissen angepaßt eingesetzt werden. Außerdem ist es möglich, mit der gemäß der Erfindung ausgebildeten Kompensationseinrichtung im Laufe der Zeit notwendig werdende Veränderungen der Wellenspannung durch Nachstellung der Kompensationseinrichtung zu berücksichtigen. Zweckmäßigerweise besteht bei der Anordnung gemäß der Erfindung der Kompensationstransformator aus einem geblechten Joch, das die Welle umfaßt. Der aus Welle, Lager und Fundament bestehende Stromkreis des Lagerstromes stellt die Sekundärwicklung des Kompensationstransformators dar.

Feinkorrekturen der Größe der Kompensationsspannung können durch Luftspaltänderungen des Kompensationstransformators vorgenommen werden. Feinkorrekturen der Phasenlage der Kompensationsspannung lassen sich zweckmäßig durch Einfügen einer überwiegend phasendrehenden Zusatzkomponente der Kompensationsspannung vornehmen. Hierzu geht man beispielsweise derart vor, daß die Hauptkomponente der Kompensationsspannung nach Größe und Phasenlage etwa entsprechend der gewünschten Kompensationsspannung eingestellt wird. Durch Speisung einer oder mehrerer Einzelspulen oder einer Kombination von Einzelspulen der Primärwicklung des Kompensationstransformators mit verhältnismäßig großer Windungszahl durch eine relativ kleine Speisespannung mit von der Speisespannung der Hauptkomponente abweichender Phasenlage kann die überwiegend phasendrehende Zusatzkomponente der Kompensationsspannung erzeugt werden.

Zweckmäßigerweise wird die Kompensationsspannung auch in der dritten Oberwelle nach Größe und Phasenlage auf die Wellenspannung abgestimmt. Hierzu werden eine oder mehrere Einzelspulen oder eine Kombination von Einzelspulen der Primärwicklung des Kompensationstransformators über eine stark gesättigte Eisendrosselspule von der Sekundärwicklung des Speisetransformators gespeist. Auf Grund dieser Spannung entsteht neben der gewünschten dritten Oberwelle eine weitere Grundwelle, die als weitere Komponente der Kompensationsspannung zur Kompensation der Grundwelle der Wellenspannung verwendet werden kann. Es ist aber auch möglich, diese weitere Grundwelle durch Speisung einer gleichartigen Einzelspule oder Einzelspulenkombination mit einer an der Sekundärwicklung des Speisetransformators abgegriffenen Spannung in Gegenphase zu kompensieren.

An Hand der Fig. 1 bis 4 sei die Erfindung an einem Ausführungsbeispiel erläutert.

Die in der Fig. 1 dargestellte Primärwicklung  $P$  des Kompensationstransformators  $KTr$  besteht aus den Einzelspulen 1 bis 8, deren Abgriffe jeweils herausgeführt sind. Die Primärwicklung  $P$  ist auf dem nicht dargestellten Joch des Kompensationstransformators  $KTr$  angeordnet, das die ebenfalls nicht dargestellte Welle einer Wechselstrommaschine umfaßt, deren Wellenspannung kompensiert werden soll. Es sei angenommen, daß diese Wellenspannung eine Grund-

welle und eine merkliche dritte Oberwelle hat, wobei die Maxima von Grundwelle und dritter Oberwelle phasenverschoben sind.

Die Primärwicklung  $P$  des Kompensationstransformators  $KTr$  wird von dem Drehstrom-Speisetransformator  $SpTr$  gespeist, dessen Primärwicklung  $UVW$  im Dreieck an das Netz  $RST$  angeschlossen ist. Die mit mehreren Anzapfungen versehene Sekundärwicklung  $uvw$  des Drehstrom-Speisetransformators  $SpTr$  ist in Stern geschaltet.

Zur Kompensation der Grundwelle der Wellenspannung sind die Spulen 3 und 7 der Primärwicklung  $P$  des Kompensationstransformators  $KTr$  in Reihe geschaltet und werden mit Hilfe der Anzapfungen  $a$  und  $b$  der Sekundärwicklung  $uvw$  des Drehstrom-Speisetransformators  $SpTr$  mit der Spannung  $U_{SpH}$  gespeist, was die in der Fig. 2 im Zeigerbild eingetragene Durchflutung  $\Theta_H$  zur Folge hat. Zur Phasendrehung sind die Spulen 1, 2, 5 und 8 der Primärwicklung  $P$  in Reihe geschaltet und an die Anzapfungen  $c$  und  $d$  angeschlossen, so daß diese in Reihe geschalteten Spulen mit der Spannung  $U_{Sp2}$  gespeist werden. Diese Spannung hat in der Primärwicklung  $P$  die Durchflutung  $\Theta_2$  zur Folge, die um  $70^\circ$  gegenüber der Durchflutung  $\Theta_H$  phasenverschoben ist. Demzufolge ergibt sich in der Primärwicklung  $P$  die in der Fig. 2 im Zeigerbild dargestellte Gesamtdurchflutung  $\Theta$ , die zur Kompensation der Grundwelle der Wellenspannung erforderlich ist. Durch die Verstellbarkeit des Luftspaltes des Kompensationstransformators  $KTr$  ist eine Feinkorrektur der Größe dieser Durchflutung schließlich noch in gewissem Umfange gegeben.

Zur Kompensation der dritten Oberwelle der Wellenspannung ist die Spule 6 der Primärwicklung  $P$  des Kompensationstransformators  $KTr$  über die stark gesättigte Eisendrosselspule  $Dr$  an die Anzapfungen  $e$  und  $f$  der Sekundärwicklung  $uvw$  des Drehstrom-Speisetransformators  $SpTr$  angeschlossen. Diese Speisung der Spule 6 mit der Spannung  $U_{Sp3}$  hat die der Grundwelle entsprechende Durchflutung  $\Theta_{3G}$  und die der dritten Oberwelle entsprechende Durchflutung  $\Theta_3$  zur Folge. Zur Kompensation der Durchflutung  $\Theta_{3G}$  wird die Spule 4 der Primärwicklung  $P$  des Kompensationstransformators  $KTr$  unmittelbar mit der negativen Speisespannung  $-U_{Sp3}$  gespeist, so daß man die der Grundwelle entsprechende Durchflutung  $-\Theta_{3G}$  erhält. Es verbleiben mithin im Zeigerbild der Fig. 2 als resultierende Durchflutung die der Grundwelle entsprechende Durchflutung  $\Theta$  und die der dritten Oberwelle entsprechende Durchflutung  $\Theta_3$ . Da der Kompensationstransformator  $KTr$  ungesättigt betrieben wird, entsprechen diese Durchflutungen in Form und Größenverhältnissen der zur Kompensation der Wellenspannung entsprechenden Kompensationsspannung.

In der Fig. 3 sind schließlich zur Veranschaulichung der Möglichkeiten, durch geeignete Wahl der Anzapfungen der Sekundärwicklung des Drehstrom-Speisetransformators  $SpTr$  eine Vielzahl von Speisespannungen zu erhalten, an der Sekundärwicklung  $uvw$  abgreifbare Spannungen eingezeichnet. Hierbei ist eine Phasenspannung von 600 V angenommen. In der Fig. 4 ist schließlich ein  $60^\circ$ -Ausschnitt des zugehörigen Spannungssterns wiedergegeben.

Durch die vorgesehene Stufung der Anzapfungen der Sekundärwicklung des Speisetransformators ist es möglich, den jeweils gewünschten Spannungszeiger

praktisch konstant zu halten und in gleichen Winkelstufen zu drehen.

# PATENTANSPRÜCHE:

1. Anordnung zur Verhinderung des Lagerstromes einer Wechselstrommaschine durch Kompensation der den Lagerstrom erzeugenden Wellenspannung mittels eines die Welle umschlingenden Kompensationstransformators, dessen Sekundärstromkreis der Stromkreis des Lagerstromes ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Primärwicklung ( $P$ ) des Kompensationstransformators ( $KTr$ ) in eine Reihe von Einzelspulen (1 bis 8) mit vorzugsweise unterschiedlichen Windungszahlen unterteilt ist, deren Abgriffe herausgeführt sind, und daß diese Einzelspulen einzeln oder zu Spulengruppen kombiniert von der mit mehreren Anzapfungen ( $a, b, c, d, e, f$ ) versehenen Sekundärwicklung ( $uvw$ ) eines gesonderten Speisetransformators ( $SpTr$ ) mit Spannungen gespeist werden, deren Gesamtdurchflutung ( $\Theta$ ) eine der Wellenspannung nach Größe und Phasenlage entgegengerichtete Kompensationsspannung zur Folge hat.

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Feinkorrektur der Größe der Kompensationsspannung durch eine Luftspaltänderung des Kompensationstransformators vorgenommen wird.

3. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Feinkorrektur der Phasenlage der Kompensationsspannung eine überwiegend phasendrehende Zusatzkomponente ( $\Theta_2$ ) der Hauptkomponente ( $\Theta_H$ ) der Kompensationsspannung zugefügt wird.

4. Anordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung der überwiegend

phasendrehenden Zusatzkomponente ( $\Theta_2$ ) der Kompensationsspannung eine oder mehrere Einzelspulen oder eine Kombination von Einzelspulen der Primärwicklung ( $P$ ) des Kompensationstransformators ( $KTr$ ) mit großer Windungszahl durch eine kleine Speisespannung mit von der Speisespannung der Hauptkomponente der Kompensationsspannung abweichender Phasenlage gespeist werden.

5. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kompensationsspannung auch in der dritten Oberwelle nach Größe und Phasenlage auf die Wellenspannung abgestimmt ist.

6. Anordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß eine oder mehrere Einzelspulen oder eine Kombination von Einzelspulen der Primärwicklung ( $P$ ) des Kompensationstransformators ( $KTr$ ) über eine stark gesättigte Eisendrosselspule ( $Dr$ ) von der Sekundärwicklung ( $uvw$ ) des Speisetransformators ( $SpTr$ ) gespeist wird.

7. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die durch die Speisung über die stark gesättigte Eisendrosselspule hervorgerufene Grundwelle zur Kompensation der Grundwelle der Wellenspannung mitverwendet ist.

8. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die durch die Speisung über die stark gesättigte Eisendrosselspule hervorgerufene Grundwelle ( $\Theta_{3G}$ ) durch Speisung einer gleichartigen Einzelspule (4) oder Einzelspulenkombination mit einer an der Sekundärwicklung des Speisetransformators abgegriffenen Spannung ( $-U_{SpS}$ ) in Gegenphase kompensiert ist.

9. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kompensationstransformator ( $KTr$ ) ungesättigt betrieben wird.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

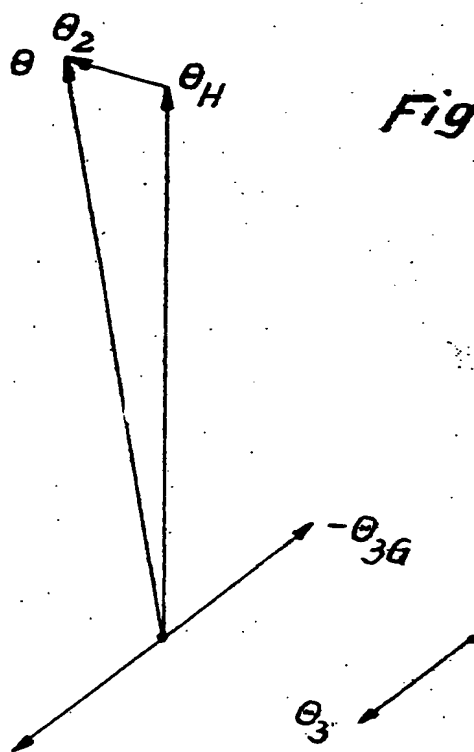
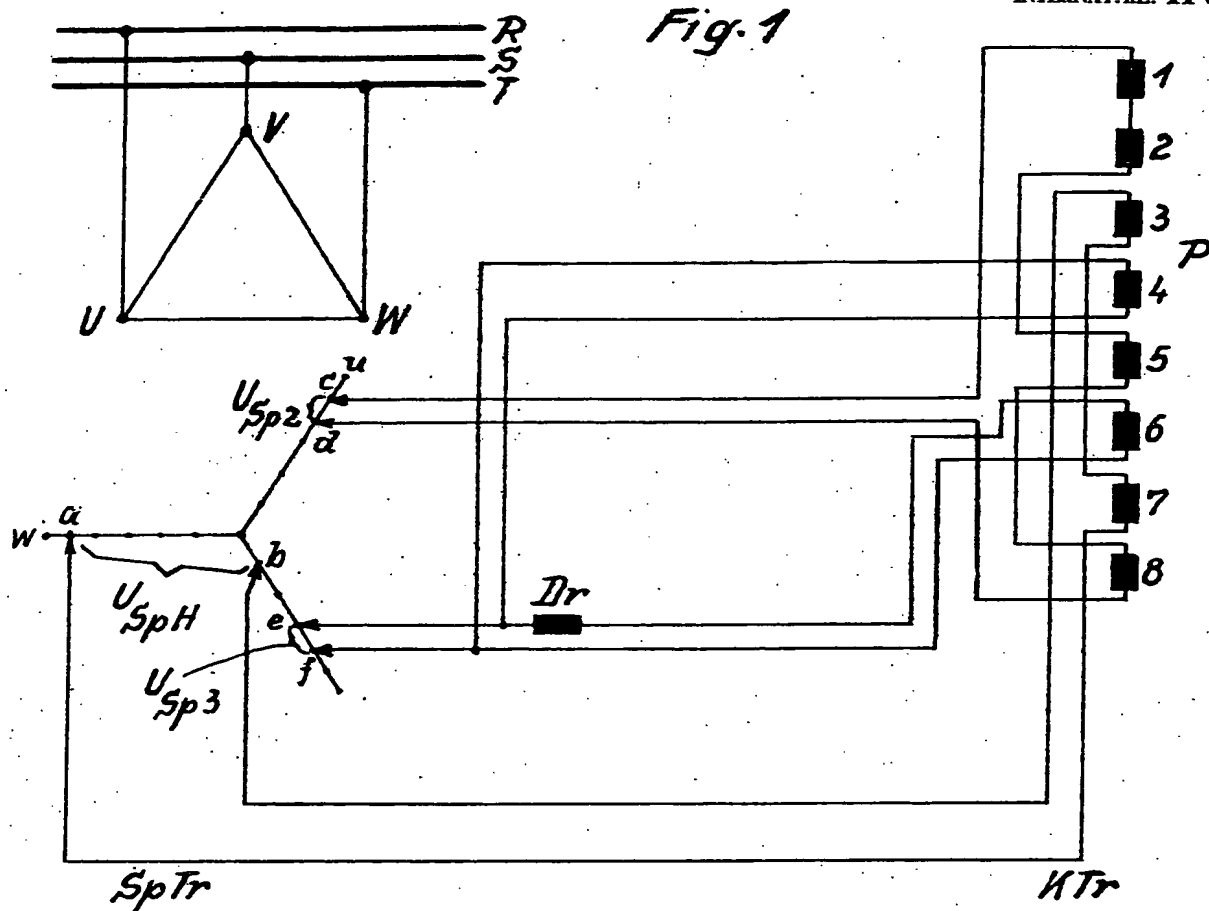


Fig. 3

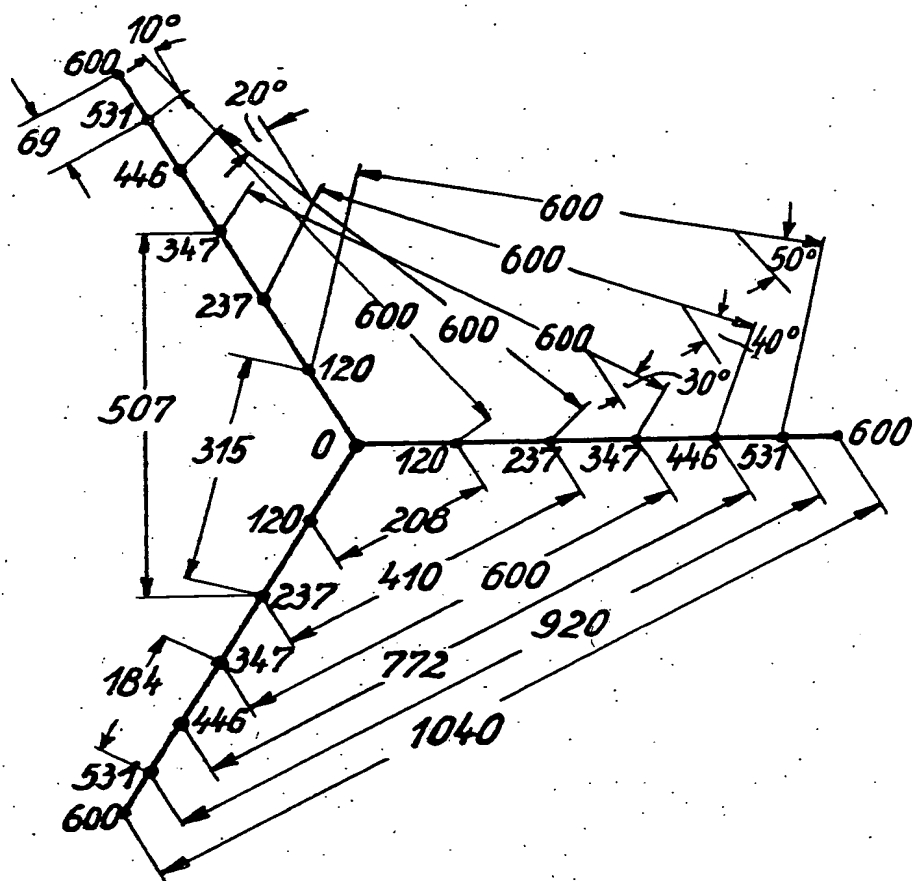


Fig. 4

